

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-317084

(43)Date of publication of application : 02.12.1998

(51)Int.Cl.

C22C 21/00
 B22D 11/06
 C22C 1/02
 H01B 1/02

(21)Application number : 09-175363

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 20.05.1997

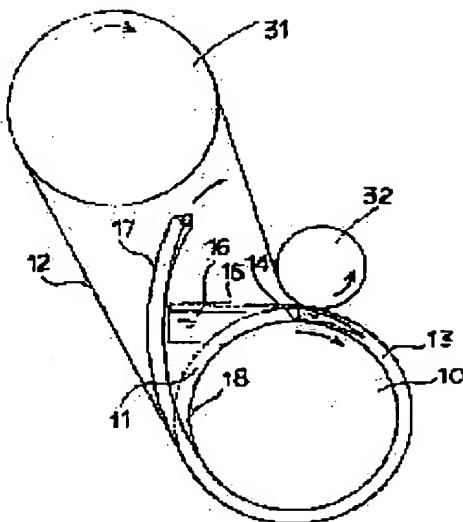
(72)Inventor : YAMAZAKI AKIRA
 FUJIWARA HIDEMICHI
 WAKANA KATSUTOSHI

(54) AL-ZR ALLOY AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce an Al-Zr alloy suitable for overhead power transmission wire, etc., excellent in workability, minimal in fluctuations in properties, and having high reliability.

SOLUTION: An endless belt 12 is moved in contact with a rotating wheel 10 having a groove 11 in the outside peripheral surface to form a moving mold 13 between the groove and the endless belt, and a molten Al-Zr alloy 16 is poured via a pouring nozzle 15 into the moving mold and cast continuously. In this method of production of the Al-Zr alloy, this Al-Zr alloy is an Al-Zr alloy containing, as alloying element, at least Zr by 0.3-0.4 wt.% and having the balance Al with inevitable impurities, and further, the flow velocity of the molten metal 16 at the end of the pouring nozzle is regulated to a velocity exceeding 20 m/min. By this method, the Al-Zr alloy, practically free from the occurrence of casting crack, rolling crack, ware breakage, etc., and excellent in workability and having stable properties of tensile strength, etc., and increased in reliability, can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.03.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-317084

(43)公開日 平成10年(1998)12月2日

(51)Int.Cl.⁸
C 22 C 21/00
B 22 D 11/06
C 22 C 1/02
H 01 B 1/02

識別記号
3 4 0
5 0 3
5 0 3 J

F I
C 22 C 21/00 N
B 22 D 11/06 3 4 0 C
C 22 C 1/02 5 0 3 J
H 01 B 1/02 B

審査請求 未請求 請求項の数 2 FD (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-175363

(22)出願日 平成9年(1997)5月20日

(71)出願人 000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 山崎 明
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 藤原 英道
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 若菜 勝敏
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

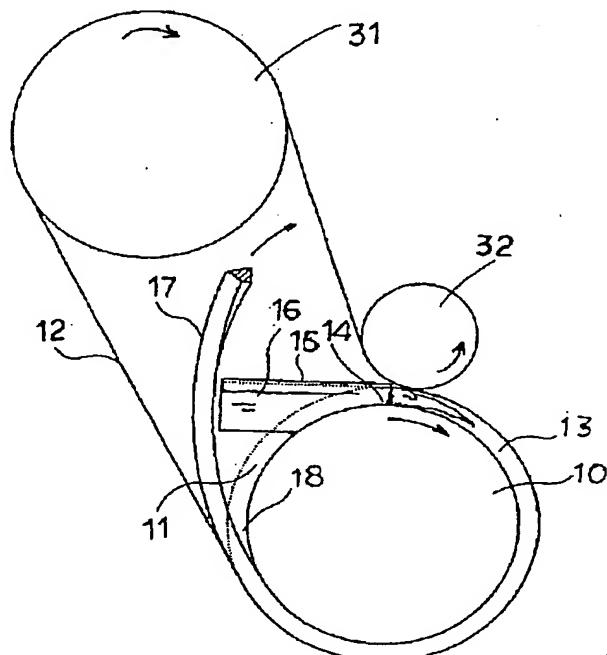
(54)【発明の名称】 A I-Zr系合金およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 架空送電線などに適した、加工性に優れ、且
つ特性変動が小さく信頼性の高いA I-Zr系合金を製
造する。

【解決手段】 外周面に溝を有する回転ホイールにエン
ドレスベルトを接動させて前記溝とエンドレスベルトと
の間で移動鋳型を形成し、前記移動鋳型内にA I-Zr
系合金の溶湯を注湯ノズルを通して注入して連続鋳造す
るA I-Zr系合金の製造方法において、前記A I-Zr
系合金が、合金元素として少なくともZrを0.3~
0.4wt%含有し、残部がA Iと不可避不純物からなる
A I-Zr系合金であり、前記注湯ノズルの先端部分に
おける溶湯の流速を20m/分を超える速度にする。

【効果】 鋳造割れ、圧延割れ、断線などが生じ難く加
工性に優れ、また引張強さなどの特性が安定していて信
頼性が高いA I-Zr系合金が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 合金元素として少なくともZrを0.3～0.4wt%含有し、残部がAlと不可避不純物からなるAl-Zr系合金において、前記合金中に占める晶出物の最大断面積比率が5%以下であることを特徴とするAl-Zr系合金。

【請求項2】 外周面に溝を有する回転ホイールにエンドレスベルトを接動させて前記溝とエンドレスベルトとの間で移動鋳型を形成し、前記移動鋳型内にAl-Zr系合金の溶湯を注湯ノズルを通して注入して連続鋳造するAl-Zr系合金の製造方法において、前記Al-Zr系合金が、合金元素として少なくともZrを0.3～0.4wt%含有し、残部がAlと不可避不純物からなるAl-Zr系合金であり、前記注湯ノズルの先端部分における溶湯の流速を20m/分を超える速度にすることを特徴とするAl-Zr系合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、架空送電線などに適した、加工性に優れ、且つ特性変動が小さく信頼性の高いAl-Zr系合金およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 架空送電線には、一般にアルミニウム材料が用いられているが、送電容量を増やそうとすると架空送電線自身が抵抗発熱して軟化し強度が低下するという問題がある。このため大容量送電線には耐熱性に優れるAl-Zr系合金、特にZrの他にFe、Cu、Be、Srなどを微量添加したAl-Zr系合金が多く用いられている。

【0003】 前記Al-Zr系合金などの電線材料は、たとえば、Al-Zr系合金溶湯をベルトホイール式連続鋳造法により鋳造し、得られる鋳塊をその鋳造熱を利用して熱間で連続圧延して荒引線とし、これを伸線加工する方法により製造されている。前記ベルトホイール式連続鋳造法は、図1に示すように、回転ホイール10の外周面に形成された溝11の一部に金属製のエンドレスベルト12を接動させて移動鋳型13を形成し、この移動鋳型13の一方の開口端14から注湯ノズル15を通して溶湯16を注入し、溶湯16を移動鋳型13内で凝固させて鋳塊17とし、この鋳塊17を前記移動鋳型13の他方の開口端18から連続的に引出す鋳造法である。図1で31はエンドレスベルトに張力を付与するテンションホイール、32はエンドレスベルトを回転ホイールに押さえ付けるロールである。

【0004】 このベルトホイール式連続鋳造法では、通常、移動鋳型13の一方の開口端14を回転ホイール10の頂部に位置させ、この開口端14に注湯ノズル15を、その軸を水平にして配する。注湯ノズル15は、図2に示すように、先端部が鋳型内面形状より1回り小さい鉄殻18の内外面に、厚さ1～2mmのペーパー状断熱材19を貼着させたもので、その先端部分の外周面は溶湯漏れを防止す

るため移動鋳型13の内面に密接される。前記ベルトホイール式連続鋳造法では、通常、鋳塊断面積は2500mm²、鋳造速度は13m/分、注湯ノズル先端部分の出口断面積(図2参照)は2200mm²程度である。

【0005】 ところで、Zrを0.3～0.4wt%含むAl合金溶湯を745～755℃の高温から冷却していくと660.5℃の温度域で融点が1580℃のAl₃Zrが晶出する(図3の状態図参照)。この晶出物は、粗大な単体として、或いは図4に示すように針状晶が複数個集合して鋳塊中に混在する。また前記Al-Zr系合金には、特性改善を目的として、Fe、Cu、Be、Srなどの元素が適量添加されたり、不可避不純物としてSiなどが含まれたりするが、これら元素もAl-Fe系やAl-Fe-Si系などの高融点金属間化合物となって鋳塊中に混入する。

【0006】 ところで、図2に示したように、注湯ノズルの先端部分は、冷却された回転ホイール10の溝11内面に接しているため、溶湯16は注湯ノズル15の先端部分で温度が急激に低下して晶出物が生成する。この晶出物は注湯ノズル15の先端部分の内面に沈着し粗大化し、ある大きさに達すると溶湯16の流れにより剥離して鋳塊中に混入し、鋳造割れ、圧延割れ、伸線加工時の断線などの原因になる。また前記晶出物が線材中に混在すると、晶出物は韌性に乏しいため線材の強度に寄与しないばかりか、むしろ、線材の有効断面積を減少させて強度などの特性を大幅に変動させたりする。この晶出物の合金中に占める最大断面積比率は7%を超えることがあり、このときの粗大晶出物による不良率は30%にも及んでいる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このようなことから、前記注湯ノズルの出口断面積を鋳塊断面積の0.6倍以下に狭めて、前記先端部分での溶湯の流速を速めて、前記沈着晶出物を、粗大化する前に流出させるようにした注湯ノズルが提案された(特願平7-247079号)。しかし、この注湯ノズルを用いただけでは、沈着物を流出させるに足る流速が得られるとは限らず、粗大化した晶出物が鋳塊に混入して、後の圧延、伸線などの工程で割れや断線を引き起こしたり、特性が変動するなどの問題が発生する恐れがある。

【0008】 このような事態を踏まえ、本発明者等は、断線や特性変動の原因になる晶出物の粗大化を抑制する方法について鋭意研究を行い、合金中に占める晶出物の最大断面積比率の上限を押さえることにより改善できること、また前記最大断面積比率の上限は注湯ノズル先端での溶湯速度を高速化することにより制御し得ることを知見し、さらに研究を進めて本発明を完成させるに至った。本発明は合金中に占める晶出物の最大断面積比率を制御して伸線加工性などを高め、かつ特性を安定化したAl-Zr系合金およびその製造方法の提供を目的とす

る。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、合金元素として少なくともZrを0.3~0.4wt%含有し、残部がAlと不可避不純物からなるAl-Zr系合金において、前記合金中に占める晶出物の最大断面積比率が5%以下であることを特徴とするAl-Zr系合金である。

【0010】請求項2記載の発明は、外周面に溝を有する回転ホイールにエンドレスベルトを接動させて前記溝とエンドレスベルトとの間で移動鋳型を形成し、前記移動鋳型内にAl-Zr系合金の溶湯を注湯ノズルを通して注入して連続鋳造するAl-Zr系合金の製造方法において、前記Al-Zr系合金が、合金元素として少なくともZrを0.3~0.4wt%含有し、残部がAlと不可避不純物からなるAl-Zr系合金であり、前記注湯ノズルの先端部分における溶湯の流速を20m/分を超える速度にすることを特徴とするAl-Zr系合金の製造方法である。

【0011】本発明において、Al-Zr系合金とは、少なくともZrを0.3~0.4wt%含有するAl-Zr合金、またはZr以外に、特性改善に有効なFe、Cu、Mn、Be、Srなどの元素を含有させたAl-Zr系合金などである。

【0012】本発明のAl-Zr系合金は、合金中に混在する晶出物の最大断面積比率が所定値に限定されているので、加工性に優れ、また特性が安定し信頼性が高い。前記晶出物の最大断面積比率を5%以下に限定する理由は、前記最大断面積比率が5%を超えると、特性が不安定になって規格を外れるものが出たりして製品の信頼性が低下するためである。本発明において、合金中に占める晶出物の最大断面積比率とは、合金(鋳塊、荒引線、線材など)から多数のサンプルを採取し、各サンプルの断面に占める晶出物の断面積比率を測定し、その中の最大の断面積比率を言う。サンプル数nは、多くの実験を基に100以上あれば良いことを本発明者等は確認している。

【0013】請求項2記載の発明は、注湯ノズル先端部分の溶湯の流速を速めて、注湯ノズル先端部分に沈着した晶出物を粗大化する前に溶湯流で流出させ、鋳塊に混入する晶出物の合金中に占める最大断面積比率を5%以下に抑制するAl-Zr系合金の製造方法である。この発明で、注湯ノズル先端での溶湯流速を20m/分を超える速度に限定した理由は、20m/分以下では晶出物の流出が十分行われず、晶出物が粗大化するためである。注湯ノズル先端部分での溶湯流速の上限は特に限定しないが、余り速くすると鋳型内の溶湯が激しく攪拌されて凝固が不均一となり鋳塊欠陥が発生する。従って、注湯ノズル先端部分での溶湯の最大流速は70m/分程度以下にするのが望ましい。

【0014】本発明において、注湯ノズル先端部分での溶湯流速は、注湯ノズル先端部分の断面積、鋳造速度(鋳塊の製出速度)などによって制御することができる。鋳造速度を速めたときの溶湯量の補給は、注湯ノズル先端部分にかかる静水圧を高めれば良い。前記静水圧を高めるには、注湯ノズルに連結されたタンディッシュを気密化してタンディッシュ内の気圧を高める方法や、タンディッシュ内の溶湯ヘッドを高くする方法などがある。

【0015】図6は、本発明で用いる注湯ノズルの例を示す正面図で、注湯ノズル先端部分の上部(エンドレスベルト側)を断熱部材21で閉塞し、溝11の底部側に溶湯出口20を配したものである。

【0016】

【実施例】以下に本発明を実施例により詳細に説明する。

(実施例1) Al-0.4wt%Zr-0.1-0.2wt%Fe合金溶湯を800°Cに加熱し、これをベルトホイール式連続鋳造法で断面積2500mm²の鋳塊に連続鋳造し、この鋳塊を直ちに熱間で連続圧延して9.5mmの荒引線に加工した。次いでこの荒引線を400°Cで48時間時効処理したのち、4.5mmの線材に伸線加工した。鋳造速度および注湯ノズル先端部分の出口断面積は種々に変化させた。

【0017】得られた各々の線材について、引張強さと晶出物の断面積比率を測定した。引張強さはJIS-Z2241に準じて測定した。晶出物の断面積比率はサンプルの断面を研磨して光学顕微鏡または走査電顕により写真撮影し、これを基に画像処理装置を用いて晶出物の断面積比率を測定した。引張強さのサンプル数は各3本、断面積比率のサンプル数は各100個とした。晶出物の最大断面積比率と引張強さの関係を図5に示す。

【0018】図5より明らかなように、晶出物の最大断面積比率は0.4~7%の範囲で変化しており、規格値の153MPa以上の引張強さを確保するには、晶出物の最大断面積比率を5%以下にする必要性が認められた。図5で、晶出物の断面積比率が増すにつれて引張強さが低下するのは、線材中の晶出物は、線材の引張強さに寄与せず、その断面積比率が増すほど線材の有効断面積が減少するためである。前記の引張強さ153MPa以上の規定は4.5mmのAl-0.35wt%Zr合金線材の規格値である。

【0019】(実施例2) Al-0.3wt%Zr-0.1-0.2wt%Fe合金を、実施例1と同様にして4.5mmの線材とし、この線材の引張強さおよび晶出物の断面積比率を実施例1と同様にして測定した。その結果、規格値の153MPa以上の引張強さを確保するには、晶出物の断面積比率を5%以下にする必要性が認められた。

【0020】(実施例3) Al-0.3wt%Zr-0.

3wt%Fe-O. 2wt%Cu合金を、実施例1と同様にして4.5mmの線材とし、この線材の引張強さおよび晶出物の断面積比率を実施例1と同様にして測定した。その結果、規格値の241MPa以上の引張強さを確保するには、晶出物の断面積比率を5%以下にする必要性が認められた。

【0021】(実施例4) Al-O. 35wt%Zr合金を、実施例1と同様にして4.5mmの線材とし、この線材について引張強さおよび晶出物の断面積比率を実施例1と同様にして測定した。その結果、規格値の153MPa以上の引張強さを確保するには、晶出物の断面積比率を5%以下にする必要性が認められた。

【0022】前記実施例1~4により、Zrを0.3~0.4wt%含有するAl-Zr合金、或いはZrの他に、Fe、Cuなどを適量含有させて特性を改善したAl-Zr系合金において、晶出物の断面積比率を5%以下に限定することで、特性が安定し高い信頼性の合金(電線などの製品)が得られることが実証された。この他、Mn、Be、Srなどを添加したAl-Zr系合金についても実験し、同様の結果が得られることを確認した。

【0023】次に、請求項2記載の発明の実施例について説明する。

(実施例5) Al-O. 33wt%Zr-O. 1~O. 2wt%Fe合金溶湯を800°Cに加熱し、これをベルトホール式連続鋳造法により鋳造して断面積2500mm

2の鋳塊とし、この鋳塊を直ちに熱間で連続圧延して9.5mmの荒引線を製造し巻取った。荒引線は巻取り前に渦流探傷法により欠陥を計測した。ここで、鋳造速度は13.0m/分で一定とし、前記連続鋳造法での注湯ノズルの出口断面積は1600~450mm²の範囲(注湯ノズル先端部分での溶湯流速は20.3~7.4m/分の範囲)で変化させた。

【0024】なお、注湯ノズルの溶湯出口の断面積を減少させると溶湯供給量が減少して、鋳造速度を低下させないと健全な鋳塊が得られなくなるが、タンディッシュ内の溶湯ヘッドを高くすることにより溶湯供給量を増やして鋳造速度を回復させた。

【0025】(従来例1)比較のため、図2に示した従来の注湯ノズルを用い、その溶湯出口断面積を2200mm²とし、注湯ノズル先端部分での溶湯流速を14.8m/分とした他は実施例5と同じ方法により9.5mmの荒引線を製造した。

【0026】得られた各々の荒引線を2m毎に切断し、その一端をサンプリングして、実施例1と同じようにして晶出物の最大断面積比率を調べた。前記のサンプル数nは100とした。前記晶出物の最大断面積比率と荒引線の欠陥個数を表1に示す。また注湯ノズル先端部分の溶湯流速と晶出物の断面積比率との関係、および前記溶湯流速と荒引線の欠陥個数との関係を図7に示す。

【0027】

【表1】

分類	No	①出口断面積 mm ²	②溶湯流速 m/分	③最大断面積比率 %	荒引線欠陥個数 個/10ton
本発明例	1	1600	20.3	4.7	0.9
	2	1500	21.7	4.0	0.8
	3	1100	29.5	2.5	0.9
	4	650	50.0	0.6	1.1
	5	450	72.4	0.2	1.9
従来例	6	2200	14.8	7.2	4.6

(注) ①注湯ノズル先端部の出口断面積、②注湯ノズル先端部の溶湯流速、
③晶出物の最大断面積比率。

【0028】表1と図7から明らかなように、本発明例のNo.1~5はいずれも晶出物の断面積比率が5%以下で荒引線欠陥が少なかった。これは注湯ノズルの溶湯流速が20m/分を超えて速かったため、注湯ノズル先端部分に沈着した晶出物が粗大化する前に流出したためである。No.5は荒引線の欠陥個数が若干多かったが、これは

注湯ノズルの溶湯流速が70m/分を超えたため注湯ノズルを出した溶湯が鋳型内の溶湯を激しく攪拌して凝固を不均一にして鋳塊欠陥を誘発したためである。他方、従来例のNo.6は荒引線欠陥が多かった。これは注湯ノズルの出口速度が14.8m/分と遅かったため、注湯ノズル先端部分に沈着した晶出物が粗大化して鋳塊に混入し

たためで、晶出物の最大断面積比率は7.2%にも達した。

【0029】次に、前記の各荒引線を400°Cで48時間時効処理し、次いでこれを4.5mmの伸線加工した。得られた線材について引張強さを測定して、引張強さが153MPa（規格値）以下となった不良率を調べたところ、本発明例のNo.1~4は0%、No.5は3%であった。No.5の特性不良は鋳塊欠陥に基づくソゲ欠陥によるものであった。これに対し、従来例のNo.6の不良率は30%にも達した。なお、4.5mmの線材についても晶出物の断面積比率を測定したが、これの断面積比率は荒引線のそれより僅かながら大きかった。これは伸線加工時の晶出物の塑性変形量が周囲のA1マトリックスより小さいためである。

【0030】（実施例6）実施例5では、鋳造速度を一定として注湯ノズル先端部分の出口断面積を変化させたが、この実施例では注湯ノズルの出口断面積を一定とし

て鋳造速度を変化させて、注湯ノズル先端での溶湯流速を制御した。Al-0.3wt%Zr-0.1~0.2wt%Fe合金溶湯を800°Cに加熱し、これをベルトホイール式連続鋳造法により断面積2500mm²の鋳塊に鋳造し、この鋳塊を直ちに熱間で連続圧延して9.5mmの荒引線を製造した。ここで、注湯ノズル先端部分の出口断面積は460mm²で一定とし、鋳造速度を3.7~13.3m/分（注湯ノズル出口での溶湯流速20.1~72.3m/分）の範囲で変化させた。溶湯の供給量は加圧注湯法により制御した。

【0031】（従来例2）比較のため、鋳造速度を3.0mとした他は実施例6と同じ方法により9.5mmの荒引線を製造した。得られた各々の荒引線について実施例5と同様にして、晶出物の最大断面積比率を測定した。結果を表2に示す。

【0032】

【表2】

分類	No	①出口断面積 mm ²	鋳造速度 m/分	②溶湯流速 m/分	③最大断面積比率 %
本発明例	7	460	3.7	20.1	3.8
	8	460	5.0	27.2	2.3
	9	460	7.0	38.0	1.5
	10	460	9.0	48.9	0.6
	11	460	12.0	65.2	0.4
	12	460	13.3	72.3	0.1
従来例	13	460	3.0	16.3	7.0

（注）①注湯ノズル先端部の出口断面積、②注湯ノズル先端部の溶湯流速、
③晶出物の最大断面積比率。

【0033】表2より明らかなように、本発明例のNo.7~12はいずれも晶出物の断面積比率が5%以下であった。これは注湯ノズル先端部の溶湯流速が20m/分を超えたため、注湯ノズル先端部に沈着した晶出物が粗大化する前に溶湯流により流出したためである。なお、No.12は溶湯流速が速すぎて凝固が不均一となり、鋳塊欠陥が僅かながら生じた。他方、従来例のNo.13は溶湯流速が20m/分未満であり、このため注湯ノズル先端部に沈着した晶出物が粗大化したのち鋳塊に混入し、晶出物の断面積比率は5%を超えた。本発明例品は鋳造割れ、圧延割れを起こさずに荒引線にまで加工できた。また得られた荒引線を4.5mmの線材に伸線加工したが、途中で断線することもなかった。得られた線材は引

張強さの変動が小さかった。

【0034】（実施例7）Al-0.3wt%Zr-0.1~0.2wt%Fe合金に極微量のBeまたはSrを添加した合金を用い、実施例5と同様にして荒引線を製造し、得られた荒引線について実施例5と同様の調査を行った。結果は実施例5、6の場合と同様に、晶出物の断面積比率が5%以下で、加工性に優れ、また引張強さの変動も小さかった。

【0035】前記実施例5~7から、注湯ノズル出口での溶湯流速を制御する手段として、鋳造速度を一定にして注湯ノズル先端部分の出口断面積を変化させても、また前記出口断面積を一定にして鋳造速度を変化させても、同様な効果が得られることが分かる。要するに、本

発明によれば、注湯ノズル先端における溶湯の流速が20m／分を超えるようにすれば、前記注湯ノズル先端部分に沈着した晶出物は粗大化する前に溶湯流により流出し、従って粗大な晶出物が鋳塊中に混入して起きる鋳造割れ、圧延割れ、断線などが抑制され、また引張強さなどの特性の変動が低減される。

【OO36】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明のAl-Zr系合金は、鋳造割れ、圧延割れ、断線などが生じ難く加工性に優れ、また引張強さなどの特性が安定していて信頼性が高い。また前記合金はベルトホイール式連続鋳造法を用い、その注湯ノズル先端部分の溶湯流速を20m／分を超える高速に制御することにより容易に製造できる。依って、工業上顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】ベルトホイール式連続鋳造法の説明図である。
 【図2】ベルトホイール式連続鋳造法における注湯ノズルの先端部分の正面図である。
 【図3】Al-Zr系合金の状態図である。
 【図4】Al₃Zrの晶出物の走査電顕による結晶組織

図である。

【図5】晶出物の断面積比率と引張強さとの関係図である。

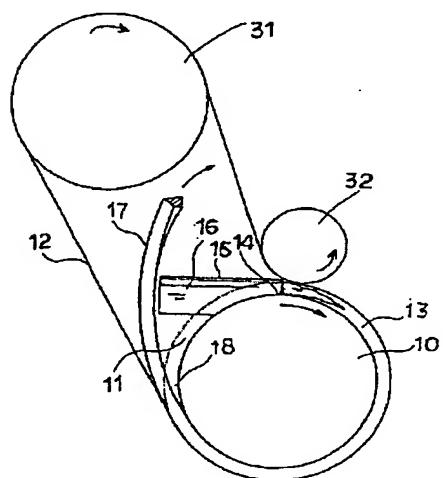
【図6】本発明で用いる注湯ノズルの例を示す正面図である。

【図7】注湯ノズル先端部分の溶湯流速と、晶出物の断面積比率または荒引線の欠陥個数との関係図である。

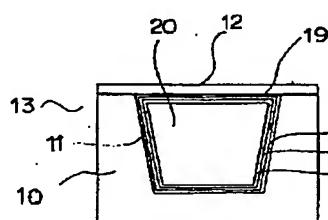
【符号の説明】

- 10 回転ホイール
- 11 回転ホイールの外周面に形成された溝
- 12 エンドレスベルト
- 13 移動鋳型
- 14 移動鋳型の一方の開口端
- 15 注湯ノズル
- 16 溶湯
- 17 鋳塊
- 18 移動鋳型13の他方の開口端
- 19 ペーパー状断熱材
- 20 注湯ノズルの溶湯出口
- 21 断熱部材

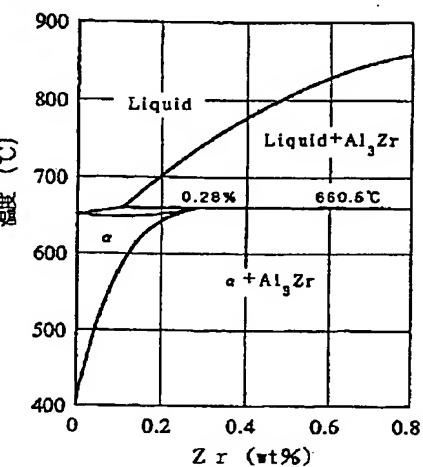
【図1】



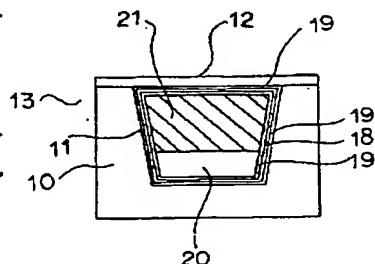
【図2】



【図3】



【図4】



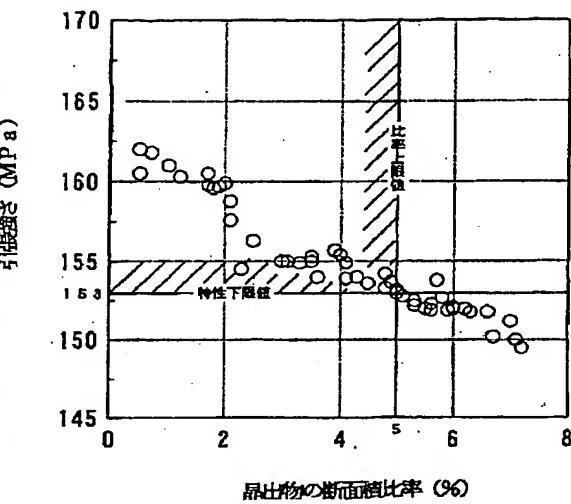
Best Available Copy

【図4】

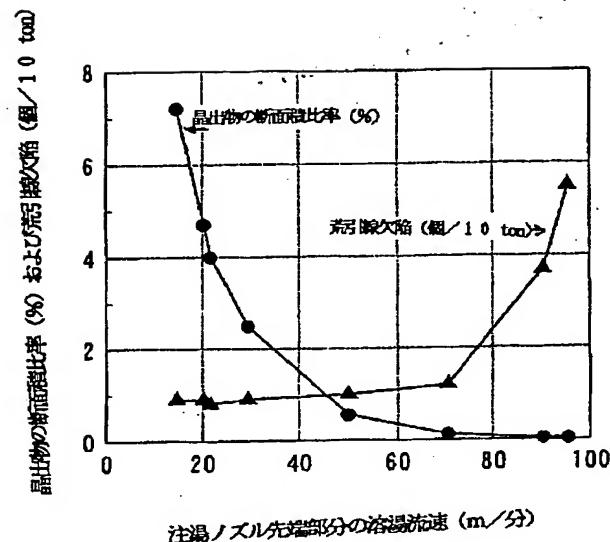
図面代用写真



【図5】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)